



Standar Nasional Indonesia

**Metode pengujian
pengukuran kadar air kayu dan bahan berkayu**

DAFTAR ISI

	halaman
Daftar Isi	i
1. Ruang Lingkup	1
2. Acuan	1
3. Pengertian	1
4. Fungsi dan Kegunaan	1
5. Metode A : Kering Oven Primer	2
6. Metode B : Metode Sekunder Kering Oven	4
7. Metode C : Destilasi	6
8. Metode D : Metode Sekunder Lainnya	10
LAMPIRAN A : Daftar Nama dan Lembaga	

1. Ruang Lingkup

1.1. Metode-metode pengujian ini meliputi penentuan kadar air kayu, vinir, dan bahan berkayu, termasuk di dalamnya yang mengandung perekat dan bahan-bahan kimia aditif. Metode pengujian kadar air berikut ini menguraikan tatacara primer (A) dan tata cara sekunder (B - D) dalam mengukur kadar air :

- a) Metode A : Metode Primer Kering Oven.
- b) Metode B : Metode Sekunder Kering Oven.
- c) Metode C : Metode Sekunder Distilasi.
- d) Metode D : Metode Sekunder Lainnya.

1.2 Metode primer (Metode A) adalah metode utama yang digunakan untuk tujuan penelitian yang membutuhkan akurasi dan tingkat ketelitian yang tinggi.

1.3 Metode sekunder (Metode B - D), digunakan untuk tujuan khusus bilamana metode primer tidak diinginkan atau tidak diperlukan. Dalam tatacara ini, nilai kadar air tidak dapat dilaporkan dengan tingkat ketelitian yang tinggi, tetapi hanya dalam persen bilangan bulat. Namun demikian, tingkat akurasi yang lebih tinggi dimungkinkan untuk ditentukan dengan menggunakan metode primer.

1.4 Metode Destilasi (metode sekunder), digunakan untuk mengukur kadar air bahan yang telah diberi perlakuan kimia, misalnya impregnasi, yang jika digunakan metode kering oven akan memberikan hasil dengan penyimpangan yang besar.

1.5 Aspek keselamatan dan kesehatan dalam penggunaan standar ini, diatur dalam ketentuan lain.

2. Acuan

- ASTM D 9 Terminology Relating to Wood
- ASTM D 4442-92 Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Base Materials
- ASTM D 4933 Guide for Moisture Conditioning of Wood and Wood-Base Materials

3. Pengertian

Kadar air adalah kandungan air yang terdapat dalam kayu, biasanya dinyatakan sebagai persen dari berat kayu kering oven. Kadar air kayu atau bahan berkayu dapat dinyatakan dalam kadar air berdasarkan berat kayu kering oven atau berat kayu basah.

Catatan 1 : Dalam standar ini metode yang digunakan berdasarkan berat kayu kering oven, sehingga nilai kadar air kayu bisa melebihi 100 %. Istilah kadar air kayu, terutama untuk bahan berkayu dapat terjadi kesalahan, hal ini disebabkan adanya komponen yang mudah menguap (*volatile*) dalam kayu (seperti zat-zat ekstraktif yang akan menguap bersama air ketika proses pengeringan). Definisi kadar air kayu lebih tinggi tingkat penyimpangannya apabila penentuannya menggunakan panas, karena adanya degradasi kayu oleh panas.

4. Fungsi dan Kegunaan

Kadar air merupakan salah satu variabel yang sangat berpengaruh terhadap sifat kayu dan bahan berkayu. Metode penentuan kadar air ini disusun untuk berbagai tujuan penggunaan, dari penelitian dasar sampai proses dalam industri. Metode A didesain untuk mendapatkan

kadar air dengan ketepatan yang tinggi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan menggunakan metode ini, juga dapat diketahui dugaan keragaman akibat oven atau akibat sifat higroskopis contoh uji atau keragaman akibat keduanya.

5. Metode A : Kering Oven Primer

5.1. Peralatan

5.1.1. Oven

Gunakan oven yang dapat mempertahankan temperatur $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ke seluruh ruang pengering selama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan benda uji. Oven harus diberi ventilasi untuk jalan ke luar bagi uap air.

Catatan 2 : Perbandingan antara berat contoh uji terhadap volume ruangan dan kecepatan angin dalam oven tidak berpengaruh, sepanjang temperatur dan kelembaban nisbi dalam oven konstan. Kelembaban nisbi ruangan harus kurang dari 70 %, pada kondisi kelembaban nisbi oven 1,7 %. Untuk mendapatkan ketelitian terbaik, pengeringan harus dilakukan dalam ruangan dengan kelembaban nisbi konstan dan kelembaban paling rendah.

5.1.2. Timbangan

Berdasarkan berat benda uji 10-g (kering oven), pembacaan minimal timbangan harus ditentukan oleh tingkat ketelitian pelaporan yang diinginkan.

Tingkat Ketelitian Pelaporan Kadar air (%)	Pembacaan Timbangan Minimum (mg)
0.01	1
0.05	5
0.1	10
0.5	50
1.0	100

Untuk tingkat berat kering oven yang lain, persyaratan kepekaan timbangan harus dalam skala yang tepat.

5.2 Bahan uji

Semua ukuran kayu atau bahan berkayu dapat dipakai, harus disesuaikan dengan ukuran botol timbang tertutup (lihat butir 5.4.6) dan pembacaan timbangan yang dipakai (lihat butir 5.1.2.)

Catatan 3 : Jika benda uji mengandung bahan-bahan mudah menguap selain air, bila diperlukan dapat dipakai Metode C atau keduanya (metode A dan C).

5.3 Kalibrasi dan Standardisasi

Penentuan keragaman benda uji membutuhkan pengukuran terpisah untuk melihat pengaruh keragaman tersebut dalam oven.

5.3.1 Penentuan Keragaman oven

Ketentuan ini menguraikan evaluasi secara terpisah keragaman oven terhadap keragaman dari penempatan benda uji dalam oven.

5.3.1.1 Persiapan dan Pemilihan benda Uji

Pinus merkusii harus digiling sampai menjadi serbuk berukuran 40 - 60 mesh. Tempat pengambilan dan proses pengeringan awal *Pinus merkusii* tidak berpengaruh. Serbuk gergaji diaduk dalam cawan tertutup agar tercampur rata. Semua ulangan pengujian harus disiapkan

dalam waktu dan dari bahan yang sama. Semua bahan harus dipindahkan dan disimpan dalam botol timbang yang kedap udara.

5.3.1.2 Keseragaman

Jika digunakan cara pada butir 5.3.1.1, kadar air benda uji tidak penting, tetapi lebih baik digunakan benda uji dengan kadar air seragam.

5.3.1.3 Jumlah dan Lokasi Benda Uji

Setiap pengujian harus terdiri dari 8 contoh uji. Contoh-contoh uji tersebut diletakan pada posisi 1/3 dari tepi ruangan oven. Dengan pengaturan ini 4 contoh uji diletakan dalam masing-masing rak yang diletakkan pada sepertiga dan dua per tiga dari tinggi ruang oven.

5.3.2. Penentuan Keragaman gabungan oven dan benda uji

Prosedurnya sama dengan butir 5.3.1.1 kecuali bila dapat digunakan macam-macam jenis, ukuran, dan bentuk benda uji. Hitung keragaman dengan menggunakan persamaan pada butir 5.5.2.

5.3.3. Prosedur

Gunakan prosedur primer kering oven (butir 5.4)

5.4. Prosedur

5.4.1. Benda uji yang diseragamkan kadar airnya harus dilakukan sesuai dengan ASTM D 4933-91.

5.4.2. Simpan benda uji dalam wadah khusus kedap udara, jika ada kemungkinan penundaan antara pengambilan dan penimbangan benda uji.

5.4.3. Timbang benda uji dengan menggunakan timbangan yang sesuai dengan tingkat ketelitian yang diinginkan (lihat butir 5.1.2.)

5.4.4. Tempatkan benda uji dalam oven dengan volume yang telah diuji ketelitiannya.

5.4.5. Akhir pengeringan

Akhir proses pengeringan telah dicapai bila kehilangan berat dalam pengukuran setiap 3 jam sekali adalah sama atau bila kehilangan berat kurang dari dua kali kepekaan timbangan yang dipilih. Sebagai contoh, 10 g (kering oven) benda uji, kepekaan timbangan untuk ketelitian kadar air 0,01 % adalah 0,1 mg (lihat butir 5.1.2.), untuk itu keringkan sampai kehilangan berat 0,2 mg atau kurang dalam periode 3 jam.

5.4.6. Prosedur Penanganan dan Penimbangan

Benda uji yang telah dikeringkan harus disimpan dalam desikator dengan zat pengering yang baru sampai benda uji mencapai temperatur ruangan. Semua penimbangan harus dilakukan dalam cawan timbangan yang tertutup.

5.5 Perhitungan :

5.5.1 Hitung Kadar air (KA) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$KA, \% = \frac{(A - B)}{B} \times 100$$

dengan :

A adalah berat awal (g) dan

B adalah berat kering oven (g)

Contoh :

Sebuah benda uji kayu dengan berat 56,70 g, setelah dikeringkan dalam oven beratnya menjadi 52,30 g.

$$\text{KA, \%} = (56,70 - 52,30) / 52,30 \times 100 \\ = 8,4 \%$$

Catatan 4 : Jika kayu telah diberi perlakuan dengan bahan kimia tidak mudah menguap dan berat bahan kimia yang terkandung tersebut diketahui, maka KA ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{KA, \%} = \frac{(A - B)}{D} \times 100$$

dengan :

D adalah B dikurangi berat kandungan bahan kimia yang tertahan dalam benda uji

5.5.2 Hitung Keragaman Benda Uji dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_w = (S_{ow}^2 - S_o^2)^{1/2}$$

dengan :

S_w adalah Keragaman Bahan Benda Uji

S_o adalah Keragaman Oven (dari 5.3.1), dan

S_{ow} adalah Keragaman Gabungan Benda Uji dan Oven (5.3.2)

5.6 Laporan

Laporkan informasi berikut : berat kering oven nominal, jenis bahan, keragaman oven, keragaman benda uji, kepekaan timbangan, tipe dan model oven, semua penyimpangan dari metode yang telah ditetapkan. Angka desimal yang dilaporkan tidak boleh melebihi tingkat ketelitian (dari butir 5.1.2)

5.7 Ketelitian dan Penyimpangan.

Akurasi pengukuran adalah sama dengan ketepatan pengukuran yang telah ditentukan, untuk hal ini berarti dianggap tidak ada kesalahan pengukuran yang disebabkan ketidakmampuan menafsir kadar air dengan akurat. Dengan pendekatan ini, akurasi sebenarnya mungkin lebih rendah dari akurasi yang telah ditetapkan. Pada saat ini, tidak ada data yang menerangkan tipe keragaman tipikal oven atau bahan benda uji.

6. Metode B : Metode Sekunder Kering Oven

6.1. Peralatan

6.1.1 Oven

Oven yang digunakan harus dapat mempertahankan temperatur $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$ sampai titik akhir pengeringan.

Contoh :

Sebuah benda uji kayu dengan berat 56,7 g, setelah dikeringkan dalam oven beratnya menjadi 52,3 g.

$$\begin{aligned} \text{KA, \%} &= (56,7 - 52,3)/52,3 \times 100 \\ &= 8,4 \% \end{aligned}$$

Dibulatkan menjadi 8 % (lihat 1.3 dan 6.7.1)

Catatan 7 : Jika kayu diberi perlakuan dengan bahan kimia yang tidak mudah menguap (nonvolatile) dan berat bahan kimia yang terkandung tersebut diketahui, maka KA ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{KA, \%} = \frac{(A - B)}{D} \times 100$$

dengan :

D adalah B dikurangi berat kandungan bahan kimia yang tertahan dalam benda uji

6.6 Laporan

Laporkan informasi berikut : nilai rata-rata, simpangan baku, jumlah benda uji, dan setiap penyimpangan dari metode ini. Nilai kadar air harus dinyatakan dalam bilangan bulat (lihat butir 6.7.1).

6.7 Ketelitian dan Penyimpangan.

6.7.1 Ketelitian dianggap tidak lebih besar dari ± 1 % kadar air untuk setiap pengukuran, kecuali digunakan prosedur dalam butir 5 secara tepat.

6.7.2 Tidak ada penyimpangan perhitungan yang dapat terjadi dalam prosedur ini.

7. Metode C - Destilasi

7.1 Peralatan

7.1.1 Labu Ekstraksi

Sebuah labu 500 ml dan “ pemegang tudung “ (*thimble holder*) merupakan satu unit, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 1.

7.1.2 Kondensor

Kondensor dengan pendingin air tipe jari (gambar 1) atau pipa lurus tipe *Liebig*

7.1.3 Perangkap Air

Pipa kaca mempunyai diameter dalam (0,9 – 1,0) cm dan ditutup pada salah satu ujungnya. Jika perangkap sumbat gabus yang digunakan, maka sumbat tersebut harus aman terikat erat di tempatnya. Bagian pipa berskala mempunyai kapasitas 10 ml. Skala terkecil harus tidak boleh lebih besar dari 0,1 ml dengan pembagian skala utama di beri tanda 1 sampai 10. Perangkap air harus bersih secara kimiawi agar ukuran miniskus tanda baca pada saat akhir sama dengan pada saat awal pengujian. (Perangkap tersebut dapat dilapisi dengan resin silikon untuk mendapatkan miniskus tanda baca yang seragam. Untuk melapisi perangkap,

pertama-tama bersihkan perangkat dengan campuran asam sulfat dan asam kromat. Bilas dengan resin silikon, setelah dikeringkan beberapa menit, panaskan pada temperatur kira-kira 200 °C selama 1 jam)

7.1.4 Labu Ekstraksi (*Ekstraksi Cup*)

Dapat menggunakan labu *Siphon tipe Wiley* yang sesuai ukurannya atau berupa keranjang yang terbuat dari anyaman kawat baja tahan karat dengan lubang 45 mesh berukuran diameter luar 4,2 cm dan panjang 12,7 cm. Labu Siphon direkomendasikan untuk pengeboran serbuk dari bahan yang telah diolah. Bila labu siphon digunakan, kehilangan partikel kayu harus dicegah dengan menempatkan saringan berbentuk kerucut di bawah piala siphon atau meletakkan kepingan pada keranhang kawat yang diletakkan dalam labu siphon.

7.1.5 Pelat Panas

7.1.6 Botol Timbang

Botol timbang harus mempunyai sumbat kaca asal mempunyai ukuran cukup untuk menampung labu ekstraksi kawat atau *Siphon Wiley* seperti dijelaskan pada butir 7.1.4.

7.1.7 Batang Pengaduk

Terbuat dari bahan yang anti air seperti resin TFE- fluorocarbon, dengan diameter kurang lebih 0,3 cm.

7.1.8 Oven

Oven harus dipertahankan pada suhu $(103 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

7.1.9 Eksikator:

7.1.10 Timbangan

Timbangan dengan kepekaan 0,01 gram.

7.1.11 Alat Bor

7.2 Pereaksi dan Bahan

7.2.1. Bahan Penyerap uap air

Kalsium Klorida, Silika Gel, dll.

7.2.2. Toluena

Toluen harus dari tingkat mutu teknis dengan titik didih pada temperatur 2 °C.

7.3 Persiapan Peralatan

7.3.1 Tempatkan 200 ml Toluen dan 1-2 ml air suling dalam labu ekstraksi. Pasang peralatan pada pelat panas, panaskan dan *refluk* selama 30 menit. Biarkan isi perangkat air menjadi dingin sampai temperatur ruangan, kemudian dengan menggunakan batang, pindahkan butir-butir air yang melekat pada dinding kondensor atau pada dinding perangkat air, ke lapisan air dalam perangkat. Baca dan catat volume air dalam perangkat air ketelitian 0,01 ml

Catatan 8: Jika Labu, perangkat air dan dinding dalam kondensor digunakan secara hati-hati, prosedur ini bisa diabaikan, dan toluena kering digunakan untuk ekstraksi.

7.3.2 Sebelum menggunakan alat bor berukir untuk contoh uji pengukuran kadar air atau bahan pengawet, terlebih dahulu alat bor dikalibrasi. Ambil 20 contoh hasil bor dari spesies yang sama. Ukur masing-masing contoh hasil bor pada tengah-tengahnya dengan ketelitian 0,0025 cm, satu kali pada arah transversal dan satu kali arah longitudinal serat, rata-ratakan hasil dua pengukuran ini kemudian dikuadratkan. Hitung jumlah dari 20 kuadrat dan bagi dengan 20. Hitung akar kuadrat hasil bagi tersebut dengan ketelitian 0,0025 cm. Gunakan hasil ini sebagai kalibrasi diameter alat bor.

7.4 Prosedur

7.4.1 Timbang keranjang kawat ekstraksi atau piala *Siphon Wiley* dan botol timbang secara terpisah hingga ketelitian 0,01 g. Tempatkan keranjang atau Siphon dalam botol timbang.

7.4.2 Jika menggunakan bor, lakukan minimal 20 pengeboran dari sejumlah kayu contoh uji. Setiap pengeboran diambil, potong secara hati-hati dan ukur sesuai dengan yang diinginkan untuk pengujian. Tempatkan setiap hasil pengeboran dalam keranjang ekstraksi atau *Shipon Wiley* sebagaimana yang dipotong. Botol timbang harus selalu tertutup, kecuali saat penempatan atau pemindahan potongan pengeboran. Bila contoh uji yang diambil bukan dari alat bor berukir, maka contoh uji harus berupa potongan sejajar serat yang panjang seratnya tidak lebih dari 6mm, dan potongan melintangnya sesuai dengan wadah ekstraksi. Aduk potongan secara cepat dalam wadah yang cocok, pindahkan sebagian kurang lebih 25 g ke dalam keranjang ekstraksi.

7.4.3 Timbang botol, wadah, dan isinya ketelitian 0,01 g. Pindahkan wadah dan isinya ke dalam bagian peralatan ekstraksi. Timbang botol kosong tertutup dengan ketelitian 0,01 g tanpa memindahkan kondensor yang ada. Perbedaan antara berat ini dengan berat awal botol timbangan menunjukkan bagian pertama air dalam contoh uji.

7.4.4 Panaskan peralatan ekstraksi dan refluk toluen dari ujung kondensor dengan laju aliran paling sedikit 1 tetes/detik. Dengan menggunakan kayu segar yang telah diberi kreosote, pengaliran toluen dilanjutkan paling sedikit 2 jam. Ekstrak kayu yang telah diberi perlakuan dengan larutan "kreosote-ter batu bara" selama minimal 5 jam. Setelah periode aliran selesai, biarkan isi perangkat air menjadi dingin sampai tercapai temperatur ruangan. Dengan menggunakan batang, pindahkan air yang menempel pada dinding kondensor dan pada dinding perangkat air ke lapisan air dalam perangkat air, kemudian baca dan catat volume air dalam perangkat air mendekati 0.01 ml. Perbedaan antara pembacaan ini dan pembacaan pertama pada butir 7. 3. 1 menunjukkan bagian kedua dan terakhir air dalam contoh uji.

7.4.5 Pada saat proses ekstraksi berlangsung, bersihkan botol timbang dengan siraman Aseton, keringkan dalam oven, dinginkan dalam eksikator. Kemudian timbang lagi dan tempatkan kembali dalam eksikator.

7.4.6 Pindahkan wadah ekstraksi dan isinya dari labu ekstraksi dan tempatkan di tempat yang terlindung selama 15 menit, kemudian tempatkan dalam oven sebagai pemanasan awal pada temperatur 125 °C selama $2 \pm 0,5$ jam

7.4.7 Bila cawan ekstraksi dan hasil pengeboran telah kering selama periode yang telah ditentukan, pindahkan ke dalam botol timbang. Dinginkan isi dan botol timbang tanpa tutup dalam eksikator sampai mencapai temperatur ruangan. Kemudian timbang dengan tutupnya mendekati 0,01 g. Hitung dan catat berat kering kayu ekstraksi.

7.5 Perhitungan

7.5.1 Hitung kadar air dengan persamaan sebagai berikut :

$$KA, \text{ persen kayu terekstraksi} = \frac{(A + B)}{C} \times 100$$

dengan :

A adalah bagian pertama dari air, g (lihat butir 7.4.3)

B adalah air yang diukur dalam perangkat, ml (lihat butir 7.4.4), dan

C adalah berat akhir botol + berat wadah - isi - berat akhir botol setelah ditera - berat wadah setelah ditera (g) (ini adalah berat kering kayu yang telah diekstraksi)

7.5.2. Jika diinginkan berat bahan pengawet dalam contoh uji, volume contoh uji dan retensi, maka harus digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Berat bahan pengawet dalam contoh uji (g)} = A - B - C - D$$

dengan :

A adalah berat awal botol + wadah + isi - berat awal botol setelah ditera - berat wadah setelah ditera (g)

B adalah berat akhir botol + wadah + isi - berat akhir botol setelah ditera - berat wadah setelah ditera

C adalah air yang diukur dalam perangkat (ml)

D adalah bagian pertama dari air (lihat butir 7.4.3) (g)

$$\text{Volume contoh uji, cm}^3 = \pi L r^2$$

dengan :

L adalah total panjang kayu pemboran, (cm) dan

r adalah diameter kayu pemboran yang telah dikalibrasi (cm)

$$\text{Kandungan bahan pengawet, g/cm}^3 = m/V$$

dengan :

m adalah berat bahan pengawet (g)

V adalah volume contoh uji (cm^3)

7.6 Laporan

Laporkan informasi berikut : tipe bahan, perlakuan kimiawi jika diketahui, keragaman benda uji, dan penyimpangan yang ada dari yang disyaratkan peralatan, bahan atau prosedur.

7.7 Ketelitian dan Penyimpangan.

7.7.1 Ketelitian diasumsikan $\pm 1\%$ kadar air atau kurang, kecuali digunakan prosedur tepat yang dijelaskan pada butir 5.

7.7.2 Tidak ada penyimpangan dalam prosedur ini

8. Metode D - Metode Sekunder Lainnya

8.1 Berbagai metode lainnya telah digunakan untuk mengukur kadar air kayu dan bahan berkayu. Metode lainnya antara lain mencakup : Titrasi Karl Fischer, Sinar infra merah (pemanasan dan absorpsi), Resonansi Magnetik Nuklir, Microwave (pemanasan dan absorpsi), oven pengering vacuum, dan lain-lain. Tidak ada prosedur yang direkomendasikan untuk metode-metode ini, karena ketelitiannya masih lebih rendah dari metode A dan metode B.

Lampiran A**Daftar Nama dan Lembaga****1. Pemrakarsa**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Permukiman. Badan Penelitian dan Pengembangan Permukiman dan Pengembangan Wilayah.

2. Penyusun

No	Nama	Instansi
1	Ir. Usdi Dirgantara	Pusat Litbang Teknologi Permukiman